

Le Gdr “Phénomènes Cosmiques de Haute Énergie” de 2000 à 2003

Bernard Degrange
Laboratoire Leprince-Ringuet
École polytechnique et IN2P3/CNRS

1^{er} octobre 2003

1 Les origines

Le groupement de recherches “Phénomènes Cosmiques de Haute Énergie” (GdR PCHE ou GdR 2420) a été mis en place en 2000 dans le cadre du programme interdisciplinaire “Astro-particules” du CNRS. Sa création a été motivée par le développement rapide de projets d’astrophysique de haute énergie qui rassemblent 3 communautés (physiciens nucléaires et corpusculaires, astrophysiciens et théoriciens), au CNRS, au CEA et dans les universités.

La décennie 1990-2000 avait en effet été très fructueuse pour l’astronomie des hautes énergies :

- L’astronomie gamma de la centaine de keV à la dizaine de GeV a considérablement progressé avec les missions spatiales **SIGMA** (à participation française¹) et Compton Gamma-Ray Observatory. À bord du second satellite, l’expérience EGRET a établi un catalogue de près de 300 sources dont moins de 50% sont identifiées et dont près de 60 sont extra-galactiques. L’astronomie gamma s’est de plus étendue au domaine du TeV avec le succès de la technique d’imagerie Tcherenkov. Parallèlement, l’astronomie X faisait des progrès considérables avec les satellites ROSAT, ASCA, Rossi-XTE et Beppo-SAX. Rappelons simplement ici l’avancée considérable en matière de localisation des sursauts gamma par le satellite Beppo-SAX en 1997, ouvrant ainsi la voie à la découverte par les télescopes au sol des émissions rémanentes dans le domaine optique, à l’identification de quelques galaxies-hôtes et à la mesure de leur décalage spectral.
- L’intérêt suscité par ces premiers succès a entraîné le lancement de nouveaux projets aux États-Unis, en Europe et au Japon avec une forte contribution française. Dans le domaine des rayons X, les satellites Chandra et **XMM-Newton** lancés en 1999 ont accru la sensibilité de plus d’un ordre de grandeur et fourni de bien meilleures

¹Dans cette section, nous notons en caractères gras les expériences et projets à participation française.

résolutions angulaire et spectrale. L'astronomie gamma spatiale dispose maintenant du satellite **INTEGRAL** (lancé en novembre 2002) dans le domaine de 15 keV à 10 MeV et, à plus haute énergie, le satellite **GLAST** prévu pour 2006 ou 2007 devrait plus que décupler la taille du catalogue d'EGRET. En astronomie gamma de très haute énergie, les expériences de l'Observatoire Whipple, HEGRA, **CAT** et **CELESTE** ont amélioré les techniques Tcherenkov, aboutissant aux projets **HESS**, **MAGIC**, **VERITAS** et **CANGAROO-3**.

- L'ouverture de l'astronomie à de nouveaux "messagers" non photoniques est alors apparue essentielle, soit que ces signaux se propagent en ligne droite (les neutrinos et les ondes gravitationnelles), soit qu'il soient peu déviés par les champs magnétiques galactiques (comme les rayons cosmiques d'énergie ultra-haute, c'est-à-dire supérieure à 10^{19} eV). Aussi a-t-on vu démarrer les projets d'observatoires à neutrinos (**AMANDA**, **ANTARES**, **NESTOR**), d'interféromètres destinés à détecter les ondes gravitationnelles (**LIGO**, **Virgo**, **GEO**), et enfin les grands réseaux de détecteurs de rayons cosmiques d'énergies extrêmes dont le plus étendu est l'observatoire **Pierre Auger**. Parallèlement, l'expérience **AMS** qui doit être installée en 2005 sur la station spatiale internationale s'attaque à la détection de l'antimatière cosmique et doit apporter des progrès très significatifs dans les mesures de spectres et de composition des rayons cosmiques chargés² jusque vers 1 TeV.
- Enfin, la modélisation des émissions à haute énergie nécessite d'observer simultanément le phénomène sur l'ensemble du spectre, (en tout cas dans plusieurs domaines de longueurs d'onde) et, à terme, avec plusieurs messagers.

Aussi est-il apparu urgent, il y a 4 ans, de rassembler les différents expérimentateurs et observateurs impliqués dans les divers projets précédents à participation française et les théoriciens du domaine. Les missions de ce groupement de recherches (GdR) sont les suivantes :

- **L'animation scientifique du domaine** : il s'agit de soutenir ou de susciter des ateliers et des écoles, et surtout de mettre sur pied des collaborations entre groupes apportant des compétences complémentaires (observations à diverses longueurs d'onde, théorie-expérience).
- **Le suivi des expériences sur le plan de la physique**, c'est-à-dire la préparation à l'analyse des données et le suivi de l'analyse elle-même. Il s'agit ici d'assurer le meilleur retour scientifique des projets où sont engagés les groupes français.
- **La prospective du domaine** : il s'agit de suivre l'évolution des problématiques et de définir la meilleure stratégie à moyen et long terme pour les équipes françaises.

²Le détecteur AMS contribuera également à l'astronomie gamma dans le domaine du GeV.

2 Les thèmes du GdR

Les thèmes de physique du GdR PCHE peuvent se classer en trois catégories :

- **L'origine des rayons cosmiques.**

La déviation des rayons cosmiques par les champs magnétiques galactiques rend ce rayonnement quasi-isotrope à son arrivée sur Terre et empêche toute astronomie directe sauf aux énergies extrêmes : d'où l'intérêt des particules neutres et stables (photons, neutrinos et ondes gravitationnelles) ou de particules chargées ultra-énergétiques pour identifier les sources.

- **Les trous noirs et les objets compacts.**

Déjà mis en évidence par l'astronomie X, les trous noirs stellaires (microquasars) et supermassifs (noyaux actifs de galaxie) semblent relever de la même physique avec la présence d'un disque d'accrétion et de jets relativistes de plasma. Ils peuvent être aussi le siège d'émission gamma, de neutrinos, voire de rayons cosmiques ultra-énergétiques. C'est aussi le cas de phénomènes explosifs comme les sursauts gamma. Ces objets intéressent le physicien car ils constituent des laboratoires de l'extrême inaccessibles sur Terre.

- **Les particules de haute énergie issues de vestiges cosmologiques.**

L'un des objectifs les plus intéressants dans cette catégorie est la recherche de photons gamma, de neutrinos ou d'antiparticules issues de l'annihilation d'éventuelles particules constituant la matière cachée de l'Univers (ou "matière noire"). Les théories de supersymétrie prédisent l'existence d'une particule stable de ce type, le neutralino, qui est l'un des meilleurs candidats pour expliquer la matière noire. Ce thème intéresse conjointement le programme national de cosmologie et le GdR SUSY. D'autres vestiges cosmologiques comme d'éventuels défauts topologiques peuvent aussi être à l'origine de particules ultra-énergétiques.

Le point commun à tous ces thèmes est le caractère non thermique des rayonnements observés. Le tableau 1 résume les objets et les processus mis en œuvre tant dans la production de particules de haute énergie que dans leur propagation jusqu'à nos instruments. Le tableau 2 permet de relier ces différents thèmes de physique aux expériences ou projets. Nous y avons indiqué en italique les projets à long terme qui ne sont pas complètement programmés ; tous les autres sont, soit en exploitation au moins partielle (caractère gras), soit programmés à brève échéance. En 2003, on est seulement au début du fonctionnement ou en fin de préparation de ces nouvelles expériences ; les prochaines années devraient donc voir l'arrivée de leurs principaux résultats. On vérifie sur le tableau que les thèmes de physique énoncés plus haut recoupent la plupart des projets, ce qui justifie les actions menées par le GdR PCHE. On notera enfin que, pour la plupart, ces expériences mettent en jeu une instrumentation de haute énergie nécessitant le savoir-faire des laboratoires de physique nucléaire ou de physique des particules, avec parfois, en supplément, les contraintes spatiales.

PROCESSUS	ACCÉLÉRATION DIRECTE, STOCHASTIQUE, PAR CHOC				ORIGINE COSMOLOGIQUE	
	Accrétion autour d'un objet compact	Jets relativistes	Phénomènes explosifs	Champs magnétiques intenses	Nouvelle physique	
NON THERMIQUES	Binaires X Microquasars	Noyaux actifs de galaxie	Sursauts gamma	Supernovae et vestiges de supernovae	Pulsars et Magnétars	Trous noirs primordiaux Défauts topologiques Neutralinos
ÉMISSION	X, (γ ?) ($\nu, \bar{\nu}$? UHE?) +	X, γ ($\nu, \bar{\nu}$? UHE?)	X, γ	X, γ ($\nu, \bar{\nu}$?)	X, γ (UHE?)	$\gamma, \nu, \bar{\nu}, \bar{p}, e^+$???
ABSORPTION sources extragalact.	Photons du fond cosmique (micro-ondes, infrarouge) $\gamma + \text{photon} \rightarrow e^+ e^-$ $p + \text{photon} \rightarrow \Delta^+ \rightarrow \pi N$ (coupure GZK)					

TAB. 1 – Thèmes de physique du GdR PCHE

Particules détectées	Expériences	Origine des rayons cosmiques	Objets compacts et trous noirs	Nouvelle physique et cosmologie
Rayons cosmiques chargés $E < \text{TeV}$	AMS ²⁰⁰⁵ GLAST 2007 (e^\pm)	Propagation p, N e^\pm $\bar{p}, \bar{d}, \bar{H}e$		Antimatière prim ^{le} Trous noirs prim ^X Supersymétrie
Rayons cosmiques chargés et ν $E > 10^{19} \text{ eV}$	Auger S <i>Auger N ?</i> <i>EUSO ?</i>	Coupure GZK Anisotropie	Noyaux actifs de gal. ? Sursauts γ ?	Défauts topol. ? $\nu, \bar{\nu}$ UHE ? Viol. ⁿ inv. ^{ce} de Lorentz ?
Astronomies X et gamma	INTEGRAL <i>SIMBOL-X ?</i> AMS γ GLAST 2007 HESS <i>HESS 2 ?</i> SWIFT 2003 <i>ECLAIRS ?</i>	Émission γ diffuse Restes de supernovæ Pulsars, s^{ces} non ident.	Microquasars Noyaux actifs de gal. (dont blazars) Sursauts γ	Supersymétrie Trous noirs prim ^X Fond infra-rouge Viol. ⁿ inv. ^{ce} de Lorentz ?
Astronomie des neutrinos	ANTARES ²⁰⁰⁵ km^3 <i>Méd. ?</i>	Restes de supernovæ Pulsars Sces. non ident.	Microquasars Noyaux actifs de gal. Sursauts γ	Supersymétrie $\nu, \bar{\nu}$ UHE
Ondes gravitationnelles	Virgo ²⁰⁰³ <i>LISA 2010 ?</i>	Explosions de SN ?	Coalescence d'objets compacts Collapsar ?	Ondes grav ^{lles} primordiales ?

TAB. 2 – Expériences ou projets et thèmes de physique

Chercheurs permanents par communauté

Doctorants et post-doct. par communauté

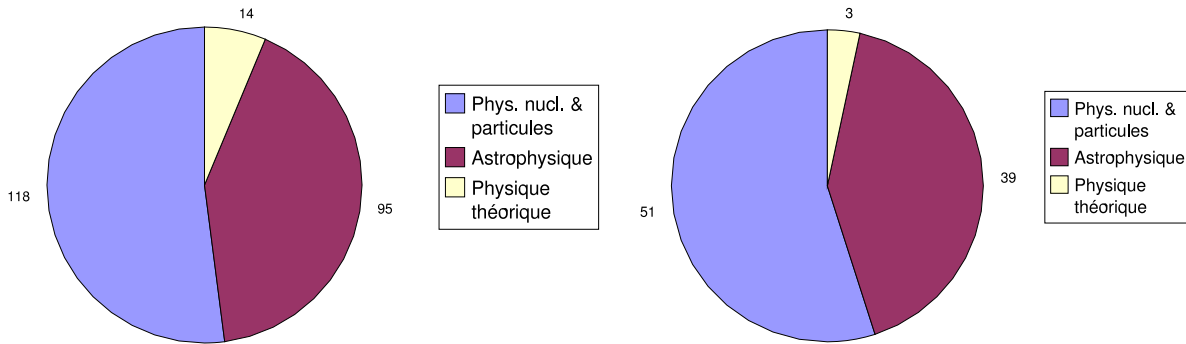


FIG. 1 – Répartition des chercheurs du GdR PCHE par communauté d'origine

3 Les moyens

3.1 Les chercheurs en 2003

Lors du recensement approximatif effectué en 2000 lors de la préparation du document fondateur du GdR, on dénombrait 148 chercheurs permanents inscrits. Un recensement précis effectué en septembre 2003 en dénombre 227, soit une augmentation de près de 50% en 4 ans. Qui plus est, cet effectif est complété par 80 doctorants et 13 post-doctorants français³. Leur répartition par communauté (indépendamment de leur statut) est indiquée dans le tableau 3 et la figure 1. On notera un équilibre satisfaisant entre astrophysiciens et physiciens nucléaires et corpusculaires, tant chez les permanents que chez les doctorants et post-doctorants. La répartition par statut dans chaque communauté est présentée dans le tableau 4 et illustrée par la figure 2. Il faut ajouter à cette population 19 visiteurs étrangers dans les laboratoires français. Parmi les permanents, 51,5% sont au CNRS, 33% sont enseignants-chercheurs, 14,1% sont au DAPNIA du CEA et 1,3% ont un poste d'astronome. La part du CEA/DAPNIA est notable chez les astrophysiciens du le domaine des hautes énergies.

Discipline d'origine	Chercheurs permanents	Doctorants et post-doct.
Phys. nucl. & part.	118	51
Astrophysique	95	39
Physique théorique	14	3
TOTAL	227	93

TAB. 3 – Répartition des chercheurs du GdR PCHE par communauté d'origine

Le conseil scientifique du GdR PCHE reflète approximativement l'équilibre entre les différentes composantes du GdR avec :

³De plus, 7 post-doctorants français à l'étranger ont explicitement demandé à maintenir le lien avec le GdR PCHE.

Statut	Phys. nucl. & part.	Astrophysique	Physique théorique	TOTAL
CNRS permanents	72	37	8	117
Université	37	32	6	75
Astronomes		3		3
CEA permanents	9	23		32
Post-doct.	3	10		13
Doctorants	48	29	3	80
TOTAL	169	134	17	320

TAB. 4 – Répartition des chercheurs du GdR PCHE par statut et par communauté

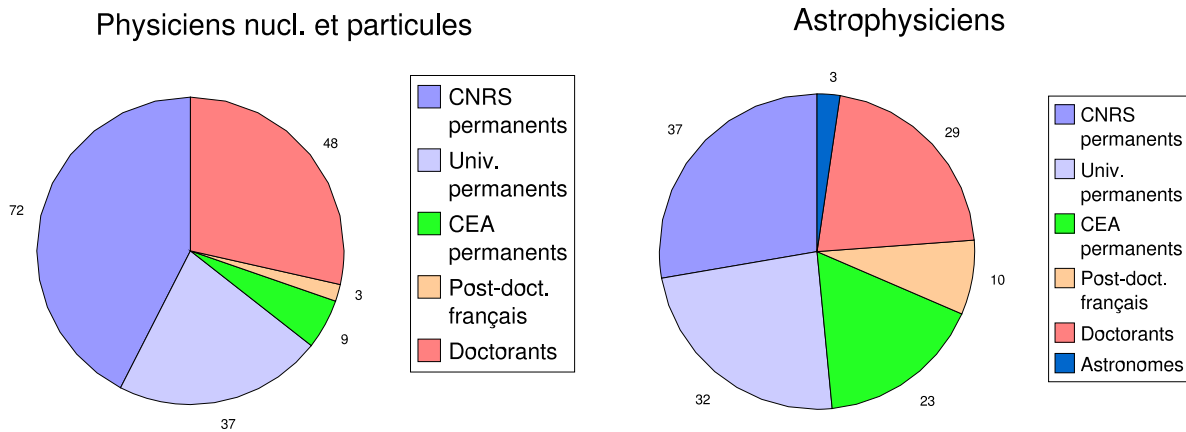


FIG. 2 – Répartition des chercheurs du GdR PCHE par statut pour les deux principales communautés

- 5 membres nommés par la direction de l'IN2P3 : Murat Boratav, Vincent Bertin, Fabien Cavalier⁴, Bernard Degrange⁵ et David Smith ;
- 4 membres nommés par la direction de l'INSUE : Didier Barret⁶, Jean-Marie Hammeury, Guy Pelletier et Hélène Sol⁷ ;
- 1 membre nommé par la direction du département SPM : Patrick Peter ;
- 4 membres nommés par la direction du DAPNIA/CEA : Isabelle Grenier, Félix Mirabel, Luciano Moscoso et Jacques Paul ;
- un représentant du CNES : Martine Joubert.

Le conseil scientifique a tenu 11 réunions du début de l'année 2000 à septembre 2003 ; les comptes-rendus des séances sont accessibles à partir du site web du GdR PCHE⁸.

3.2 Le financement de 2000 à 2003

De 2000 à 2003, le GdR PCHE a reçu une dotation annuelle du CNRS (par le programme "Astro-particules") d'environ 50000 Euros ; le détail est donné dans le tableau 5 dans les colonnes "Fonctionnement GdR". Le CNES a fourni en 2001 et 2002 un complément notable de ressources indiqué dans le tableau 5 dans les colonnes "Ressources propres CNES". Malheureusement, les difficultés financières de cet organisme en 2003 l'ont conduit à ne plus subventionner les différents programmes ou GdR cette année. Le tableau 5 présente le bilan financier du GdR au 1er octobre 2003. L'évolution des dotations et des dépenses est présentée sur les figures 3 et 4. Les dépenses sont consacrées exclusivement à l'animation scientifique avec 4 postes : les groupes de travail, les écoles et colloques⁹, l'atelier annuel du GdR et les missions des membres du conseil scientifique. Sur la figure 4, on constate la montée en puissance de l'activité du GdR dans les trois premières années ; la réduction des dépenses en 2003 ne traduit pas une baisse d'activité mais l'effet des restrictions budgétaires. Il est évidemment souhaitable que cette situation qui casse quelque peu l'élan initial ne se prolonge pas. En régime permanent, une dotation globale annuelle de 80000 Euros doit suffire pour assurer l'animation scientifique.

⁴A remplacé Michel Davier en 2002.

⁵Directeur du GdR.

⁶A remplacé Gilbert Vedrenne en 2003.

⁷A remplacé Suzy Collin en 2003.

⁸<http://polywww.in2p3.fr/gdr/>

⁹Ces deux postes sont regroupés sous le nom de "projets scientifiques" dans le tableau 5.

Dotation GdR PCHE

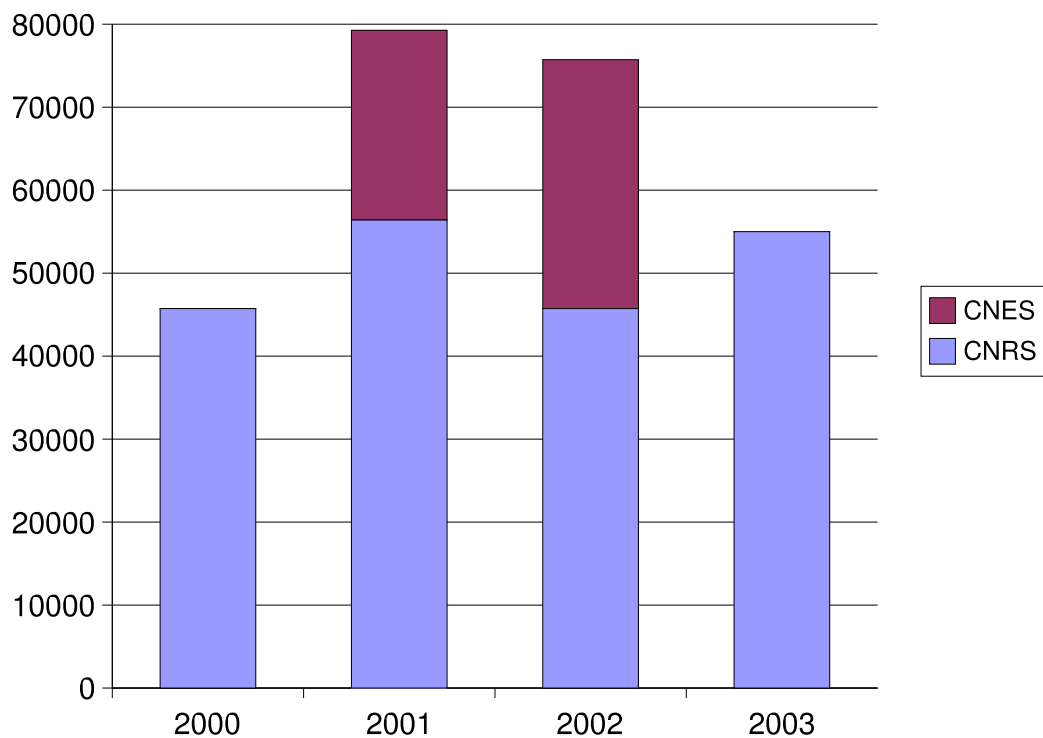


FIG. 3 – Évolution des ressources du GdR PCHE de 2000 à 2003

Dépenses GdR PCHE

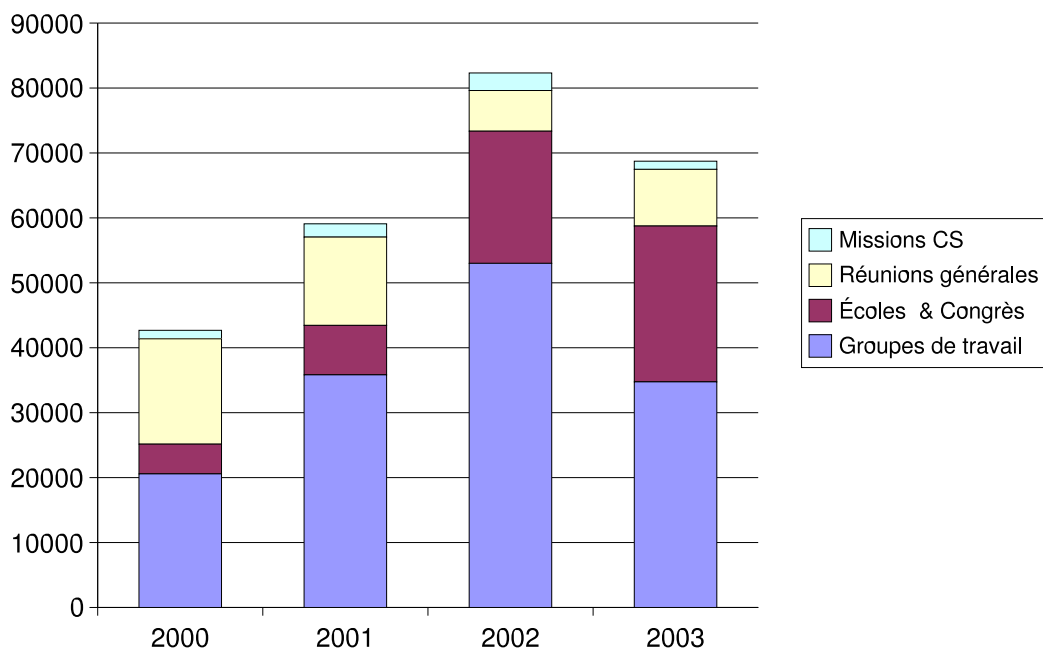


FIG. 4 – Évolution des dépenses du GdR PCHE de 2000 à 2003

	2000	2001		2002		2003	
	Fonct GdR	Fonct GdR	R.P. / CNES	Fonct GdR	R.P. / CNES	Fonct GdR	R.P. / CNES
Ressources	45 734,71	59 453,47	22 867,35	51 189,20	47 780,01	58 393,18	13 256,54
Report N-1	0,00	3 047,33	0,00	5 454,20	17 780,01	3 393,18	13 256,54
Dotation N	45 734,71	56 406,14	22 867,35	45 735,00	30 000,00	55 000,00	0,00
Dépenses	42 687,38	53 999,27	5 087,34	47 796,02	34 523,47	56 029,91	12 697,93
Projets scientifiques	25 154,10	43 447,97	0,00	45 350,00	28 000,00	46 750,00	12 000,00
<i>Ecoles et Colloques</i>	4 573,48	7 622,45		5 350,00	15 000,00	12 000,00	12 000,00
<i>Groupes de travail</i>	20 580,62	35 825,52		40 000,00	13 000,00	34 750,00	
Réunion annuelle du GdR	16 224,19	8 509,24	5 087,34	0,00	6 267,10	8 724,29	0,00
<i>Participation financière à l'organisation (salle, traiteur, bus,</i>	3 811,23						
<i>Frais de transport</i>	12 412,96	5 079,14	3 863,67		3 147,10	5 214,29	
<i>Frais d'inscription</i>	0,00	3 430,10	1 223,67		3 120,00	3 510,00	
Missions du Conseil Scientifique	1 309,09	2 042,06		2 446,02	256,37	555,62	697,93
Disponible	3 047,33	5 454,20	17 780,01	3 393,18	13 256,54	2 363,27	558,61

TAB. 5 – Budget du GdR PCHE 2000-2003

4 Les actions

4.1 L'animation scientifique

Pendant ces 4 années, le GdR PCHE a approuvé et financé 15 groupes de travail, subventionné 4 écoles et 9 colloques et organisé chaque année un atelier du GdR. La règle générale adoptée par le conseil scientifique du GdR est de favoriser l'association de compétences complémentaires (expérience-théorie, observations à différentes longueurs d'onde ou avec différents "messagers"). Par suite, les groupes de travail se sont organisés par thème de physique ou par type d'objet et non par expérience sauf cas exceptionnel¹⁰.

Chaque année, le GdR lance un appel d'offres au mois d'octobre pour la création de groupes de travail (ou pour leur prolongement) et pour les demandes de subvention pour des écoles ou colloques. Les réponses (propositions et, le cas échéant, rapports d'activité) doivent parvenir un peu avant les fêtes de fin d'année et sont examinées par des rapporteurs (en général membres du conseil scientifique). Les principales demandes sont présentées en janvier en séance publique, puis le conseil scientifique délibère en session fermée et répartit les subventions entre les différents projets. Les décisions sont expliquées dans les comptes-rendus de la séance (disponibles sur le site web du GdR). Les différents groupes de travail, leurs thèmes et leurs nombres de participants sont indiqués dans les tableaux 6, 7 et 8. Les 4 groupes du tableau 6 étaient destinés à répondre à l'appel d'offres de l'observatoire INTEGRAL pour obtenir du temps d'observation sur ce satellite et, de ce fait n'ont fonctionné que deux ans. Les autres ont tous vu leur activité prolongée. Les écoles et colloques partiellement financés par le GdR sont indiquées dans le tableau 9 ; on notera que 9 sur 13 sont des rencontres internationales.

(1) Préparation de la mission INTEGRAL et des réponses à l'appel d'offres			
Thème de recherches	Responsable	Nombre de physiciens	Années d'activité
Éléments radioactifs dans la Galaxie	J. Knödlseeder	4	2000-2001
Noyaux actifs de galaxie et microquasars	G. Henri	9	2000-2001
Modélisation de l'ém. des novæ galactiques	P. Jean	2	2000-2001
Observations d'amas galactiques	P. Goldoni	4	2000-2001

TAB. 6 – Groupes de travail destinés à préparer la mission INTEGRAL

Enfin, le GdR organise son atelier annuel entre mai et septembre. Cette réunion a rassemblé selon les années 60 à 90 participants. Environ la moitié du temps est consacrée

¹⁰Ce fut le cas pour le projet EUSO, auquel le GdR a alloué en 2001 et 2002 — avant son examen par le conseil scientifique de l'IN2P3 — une aide pour les missions en France.

Thème de recherches	Responsable	Nombre de physiciens	Années d'activité
(2) Systèmes binaires à rayons X et microquasars			
Modélisation de l'émission γ au voisinage d'un trou noir	Ph. Laurent	4	2000-2001-2002
Accrétion-éjection binaires X et microquasars	S. Chaty	8	2001-2002
	Y. Fuchs	11	2003
Advection et candidats trous noirs en quiescence	J.-P. Lasota	4	2001-2002-2003
Oscillations quasi-périodiques dans les microquasars	M. Tagger	4	2003
(3) Noyaux actifs de galaxie, blazars, sursauts γ			
Accrétion et raie du fer dans les NAG	S. Collin	6	2000-2001-2002
Observation multi- λ et modélisation des blazars	A. Djannati-Ataï	19	2000-2001-2002 2003
Sursauts γ	M. Boër	33	2001-2002-2003

TAB. 7 – Groupes de travail portant sur les systèmes binaires à rayons X, les microquasars, les noyaux actifs de galaxie et les sursauts gamma.

(4) Autres accélérateurs cosmiques potentiels			
Modélisation de l'émission multi- λ des super-bulles	A. Marcowith	12	2000-2001-2002 2003
Pulsars et restes de supernovæ	Y. Gallant	26	2002-2003
Rayonnement cosmique ultra-énergétique	É. Parizot	34	2002-2003
(5) Particules de haute énergie issues d'annihilation de matière noire			
Matière noire supersymétrique	A. Jacholkowska P. Salati	30	2000-2001-2002 2003

TAB. 8 – Autres groupes de travail

Nom	Lieu	Date
Écoles		
Journées Jeunes Chercheurs	Saumur	Décembre 2000
Accretion and Jets	Les Houches	Juillet-Août 2002
Black Holes in the Universe	Cargèse	Juin 2003
École PARC	Goutelas	Juin 2003
<small>Physique & Astrophysique du Rayonnement Cosmique</small>		
Ateliers et colloques		
Journées "Astroparticules"	Montpellier	Juin 2000
Ultra-High Energy Cosmic Rays	Annecy	Décembre 2001
Neutrino Telescopes	Les Houches	Janvier 2002
The Gamma-Ray Universe	Les Arcs	Mars 2002
Microquasar Workshop	Cargèse	Mai 2002
Active Galactic Nuclei from central engine to host galaxy	Meudon	Juillet 2002
Atelier "Rayons cosmiques et atmosphère"	Paris	Mai 2003
Burst 2003 (Gravitational waves)	Orsay	Mai 2003
Neutrino km ³ Workshop	Paris	Juin 2003

TAB. 9 – Écoles et colloques subventionnées par le GdR PCHE

Année	Lieu	Co-organis ^r	Thèmes principaux
2000	Toulouse	CESR ex-GdR ADJ	Panorama général de la physique du GdR Atelier d'astronomie X
2001	ENS Lyon	SF2A	La physique au voisinage de l'horizon d'un trou noir Rayons cosmiques ultra-énergétiques
2002	Paris	SF2A	Phénomènes exotiques Accrétion au voisinage d'un trou noir
2003	Bordeaux	SF2A	Une nouvelle ère en astrophysique des hautes énergies Le trou noir central de la Voie Lactée

TAB. 10 – Réunions générales du GdR de 2000 à 2004.

à des exposés courts (15 minutes) de jeunes doctorants ou post-doctorants ; l'autre moitié est constituée d'exposés "invités" (30 minutes) autour de deux thèmes principaux définis chaque année par le conseil scientifique. Une place est réservée pour des exposés "invités" sur des sujets d'actualité (sujets "chauds") décidés dans le mois précédant l'atelier. Depuis 2001, l'atelier du GdR est organisé dans le cadre des journées de l'astronomie française sous l'égide de la Société Française d'Astronomie et d'Astrophysique (SF2A). Cette formule permet un contact souvent fructueux avec le reste de la communauté astrophysique, notamment lors des sessions plénières communes à tous les programmes et GdR ; en particulier, en 2003, trois exposés en session plénière portaient sur des activités du GdR PCHE (deux sur les premières observations d'INTEGRAL, une sur les oscillations quasi-périodiques au kHz). De plus, la SF2A publie (chez EDP Sciences) les comptes-rendus de toutes les sessions, incluant donc ceux de l'atelier du GdR PCHE, en version anglaise pour diffusion internationale. Les thèmes abordés dans les 4 réunions générales sont indiqués dans le tableau 10 ; les transparents des exposés des orateurs sont téléchargeables à partir du site web du GdR PCHE¹¹.

4.2 L'aide à l'évaluation et la prospective

Sur demande des directions scientifiques de l'IN2P3 ou de l'INSUE, le conseil scientifique du GdR examine les propositions d'expériences ou assure le suivi de projets partiellement ou totalement. À la demande de l'INSUE, le GdR a examiné le projet de télescope "agile" ARAGO (en 2002) et le projet de grand radio-télescope dans le domaine décamétrique LOFAR (en 2003) ; dans les deux cas, l'avis ne portait que sur les thèmes du GdR concernés par le projet (par exemple la recherche de contreparties optiques des sursauts gamma pour le projet ARAGO). À la demande de l'IN2P3, le GdR a examiné l'avancement du projet EUSO (sur les rayons cosmiques d'énergie extrême détectés depuis l'espace) en 2002 et en 2003. À la demande des deux instituts en 2003, le GdR a aussi donné un avis sur les actions de R & D menées auprès du réseau décamétrique de Nançay par des physiciens de Subatech (Nantes) et des radio-astronomes qui développent une nouvelle technique de radio-détection des gerbes cosmiques par une mesure impulsionnelle.

En octobre 2002, le conseil scientifique du GdR a édité un rapport de prospective en vue des colloques de Giens (IN2P3 et CEA/DAPNIA) et de La Colle-sur-Loup (INSUE) ;

¹¹<http://polywww.in2p3.fr/gdr/>

ce document est téléchargeable à partir du site web du GdR PCHE. Il passe en revue les défis scientifiques de la décennie en cours, les performances envisagées pour les nouveaux instruments (au sol et dans l'espace) et analyse la situation et les perspectives des groupes français.

5 Le devenir

La communauté concernée par le GdR PCHE représente plus de 300 chercheurs dont une forte composante jeune (80 doctorants et 13 post-doctorants) ; son effectif s'est accru de près de 50% dans les 4 dernières années, tout en maintenant un équilibre satisfaisant entre les deux principales disciplines concernées (l'astrophysique et la physique nucléaire et corpusculaire). La période 2000-2003 a surtout été marquée par la préparation et le démarrage d'un nombre important de projets ; leur entrée en service va se poursuivre progressivement et, au vu des premiers résultats, il est probable que les prochaines années seront particulièrement fructueuses. Plus que jamais, la collaboration entre les différentes composantes du GdR PCHE va s'avérer nécessaire et l'on peut prévoir une forte activité des groupes de travail interdisciplinaires déjà constitués et l'apparition de nouveaux thèmes. Le travail de prospective devra être repensé d'ici deux ans environ, au vu des nouveaux résultats expérimentaux et des découvertes. Compte-tenu de l'expérience acquise pendant le mandat qui s'achève, l'animation scientifique du domaine nécessite un budget global de 80000 Euros ; il serait utile de donner de plus au GdR la possibilité de soutenir des actions de R & D de faible budget, ce qui porterait la dotation annuelle à environ 100000 Euros. Par ailleurs, toutes les expériences et projets du domaine sont réalisés par de grandes collaborations internationales et, déjà, certains groupes de travail du GdR ont attiré dans leurs réunions plusieurs collègues étrangers. Ces groupes gagneraient sûrement à passer à l'échelle européenne et la mise sur pied d'un "Euro-GdR" devrait être envisagée.

Il me paraît donc essentiel de renouveler le GdR PCHE en espérant qu'il aura, dans les structures du nouveau programme "Astro-particules" du CNRS, la place qui lui revient par l'importance de sa communauté de chercheurs et de ses enjeux scientifiques.

6 Annexes

On trouvera en annexe :

- la liste des membres du GdR PCHE par laboratoire ou équipe ;
- le programme de l'atelier 2003 du GdR à Bordeaux ;
- les rapports d'activité et les demandes budgétaires des groupes de travail en 2003.